Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Article
Vol. 16, No.2, 2024, p. 259-276

Evaluation of Quality Characteristics of Silk Thread in Iranian Silkworm Hybrids

Seyed Hossein Hosseini Moghaddam[1,2*], Ramin Abdoli[3], Kamran Mahfouzi[4,5]

1- Associate professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
2- Department of Sericulture, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
3- Assistant professor, Iran Silk Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.
4- Lecturer, Department of Textile Engineering, Faculty of Engineering, University of Guilan, Rasht, Iran.
5- Department of Sericulture, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
*Corresponding author: hosseini@guilan.ac.ir

Received: 25-07-2023 Revised: 06-09-2023 Accepted: 17-09-2023 Available Online: 17-09-2023	**How to cite this article:** Hosseini Moghaddam, S. H., Abdoli, R., & Mahfoozi, K. (2024). Evaluation of quality characteristics of silk thread in Iranian silkworm hybrids. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *16*(2), 259-276. (in Persian with English abstract). http://doi.org/10.22067/ijasr.2023.83618.1165

Introduction: Numerous studies have been conducted to compare the productivity of different silkworm hybrids in Iran, primarily based on the evaluation of cocoon traits such as cocoon weight, cocoon shell weight, cocoon shell percentage, and pupation rate. In the present study, aiming to obtain information on the quality characteristics of silk thread in Iranian silkworm hybrids, 80 Iranian silkworm hybrids were examined for their silk thread characteristics.

Materials and Methods: 72 of the new silkworm hybrids in addition to 8 current commercial hybrids were evaluated for the six silk thread characteristics including yarn size (YS), yarn length (YL), yarn tensile strength (YTS), elongation percentage (EP), yarn weight (YW) and raw silk percentage (RSP) based on dry weight. 200 good cocoons from each hybrid were sampled at the Iran Silk Research Center and sent to the Fiber Physics Laboratory of the University of Guilan. After re-evaluating the individual cocoons based on form and size of them, 3 repetitions of 21 cocoons (based on the capacity of the spinning machine) were spun and dried. According to reciprocal crosses in this research, the data were analyzed using a completely randomized design (CRD) with two sources of variation (40 hybrids and two types of crosses) by the GLM procedure of SAS software version 4.9.

Results and Discussion: Mean comparison of the studied traits based on the combined reciprocal data (40 hybrids) showed that the highest average of the FS trait (73.3 deniers) was for the hybrid IRA3×IRA10 and the lowest average (58.2 deniers) for the commercial hybrid 153 ×154. The highest YL trait (771.4 m) was for hybrid IRA5×IRA8 and the lowest (441.18 m) for the commercial hybrid IRA2×IRA3. The highest average of the YTS (3.47 g/denier) was for commercial hybrid 104×103 and the lowest average (2.9 g/denier) was for hybrid IRA2×IRA3. The highest average for the EP trait (17.6%) was reported for the commercial hybrid 154×151 and the lowest average (12.83) was related to the hybrid IRA2×IRA3. The highest average for YW (5.59 grams) belonged to the IRA5×IRA8 hybrid and the lowest average (3.34 grams) belonged to the IRA2×IRA3 hybrid. Also, for the RSP trait (the most critical trait of silk characteristics), The IRA5×IRA8 hybrid had the highest average (41.4%) and the IRA2×IRA3 hybrid had the lowest average (25.86%). IRA5×IRA8 hybrid had superior performance than all commercial hybrids. The RSP of the IRA8×IRA9 hybrid was 39.47%, which was superior to the three commercial hybrids. The hybrids that were excellent in at least three of the six characteristics were: all commercial hybrids and three new hybrids including IRA5×IRA8, IRA11×IRA12 and IRA8×IRA9. Analysis of the variance of the traits showed that the reciprocal-cross effect

http://doi.org/10.22067/ijasr.2023.83618.1165

was not significant for the YS and YTS traits (P>0.05). Despite the close competition of new hybrids with current commercial hybrids, many characteristics of commercial hybrids were significantly higher than new hybrids. However, the new hybrids including IRA2×IRA9, IRA2×IRA11, IRA3×IRA4, and IRA4×IRA11, which have shown superiority in terms of cocoon traits, also performed favorably in terms of all yarn characteristics. However, two hybrids were among the superior hybrids in terms of cocoon production and cocoon traits, but the results of the present research showed that they are not superior in terms of yarn characteristics and raw silk yield and productivity, including IRA2×IRA3 and IRA4×IRA7. The IRA2×IRA3 hybrid has an unfavorable performance in terms of weight, strength, and raw silk percentage and cannot provide the interests of silk spinners.

Conclusion: In the final selection of new hybrids based on the performance of both cocoons and silk thread, it is necessary to pay attention to the strength and weakness of the silk yarn obtained from the cocoons of each hybrid. But it will not be the case that hybrids with better cocoon performance are necessarily among the best in terms of all silk yarn traits or even some of them. For example, hybrids IRA2×IRA9, IRA2×IRA11, IRA3×IRA4, and IRA4×IRA11 had better cocoon performance, but they had a middle performance for yarn characteristics. In other words, if they are not among the weaker group, they can be considered. Generally, it is necessary to decide about new hybrids after rearing them in rural conditions and evaluating the produced cocoons and yarns.

K**eywords**: Raw silk percentage, Yarn length, Superior silkworm hybrid, Tensile strength test,Yarn size

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران

Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳، ص. ۲۷۶-۲۵۹

ارزیابی ویژگی‌های کیفی نخ ابریشم در آمیخته‌های کرم ابریشم ایرانی

سید حسین حسینی مقدم[۱ و ۲]*، رامین عبدلی[۳]، کامران محفوظی[۴ و ۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۶/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۶

چکیده

در پژوهش حاضر، با هدف دستیابی به اطلاعات کیفیت نخ آمیخته‌های کرم ابریشم ایرانی، ۷۲ هیبرید جدید به‌علاوه هشت هیبرید تجاری فعلی برای شش ویژگی نخ ابریشم شامل قطر (YS)، طول (YL)، استحکام کششی (YTS)، درصد ازدیاد طول (EP)، وزن (YW) و درصد ابریشم خام (RSP) ارزیابی شدند. ۲۰۰ عـدد پیلـه از بین پیله‌های خوب هر هیبرید نمونه‌برداری و به آزمایشگاه ارسال شد. سه تکرار ۲۱ پیله‌ای با استفاده از پیله‌های هم‌شکل و هم‌اندازه نخ‌ریسی شدند. نتایج بـر مبنـای تلفیق داده‌های تلاقی دوطرفه (۴۰ آمیخته) نشان داد که بیشترین و کمترین طول و قطر نـخ بـه‌ترتیب مربـوط بـه آمیختـه‌های IRA3×IRA10 و 154×153 بـود. بیشترین میانگین استحکام کششی نخ (۳/۴۷ گرم بر دنیر) برای آمیخته تجاری 104×103 و کمترین (۲/۹۷۵ گرم بر دنیر) برای IRA2×IRA3 بود. بیشترین درصد ازدیاد طول نخ (۱۷/۶ درصد) برای آمیخته تجاری 154×151 و کمترین (۱۳/۴۶۸) مربوط به IRA2×IRA3 بود. بیشترین وزن نخ (۵/۵۹ گـرم) مربـوط بـه آمیختـه IRA5×IRA8 و کمترین میانگین (۳/۴۶ گرم) به IRA2×IRA3 تعلق داشت. همچنین درصد ابریشم خام آمیخته IRA5×IRA8 بیشترین (۴۱/۴ درصد) و بـرای IRA2×IRA3 کمترین (۲۵/۸۶ درصد) بود. تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر تلاقی دوطرفه (reciprocal) برای صفات قطر و استحکام کششی معنی‌دار نبـود ($P>0.05$). علی‌رغم رقابت نزدیک آمیخته‌های جدید با آمیخته‌های تجاری، بسیاری از ویژگی‌های نخ در آمیخته‌های تجاری تفاوت معنی‌داری نسبت بـه آمیختـه‌های جدید داشتند. با این وجود، برخی آمیخته‌ها نظیر IRA2×IRA9، IRA2×IRA11، IRA3×IRA4 و IRA4×IRA11 از نظر تمام ویژگی‌های نخ، عملکرد قابـل قبولی داشتند.

واژه‌های کلیدی: درصد ابریشم خام، طول نخ، آمیخته برتر کرم ابریشم، آزمون استحکام کششی، قطر نخ

مقدمه

مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده ابریشم در دنیا به‌ترتیب عبارتند از چین، هند، ازبکسـتان، ویتنـام، تایلنـد، برزیـل، کـره شـمالی و ایـران می‌باشند. بیش از ۹۰ درصد از الیاف ابریشم طبیعی دنیا در آسیا تولیـد شده و برخی کشورها نظیر هند، ازبکستان، ویتنام و ایـران طـی پـنج سال اخیر، تولیـدات خـود را به‌مقـدار قابـل تـوجهی افـزایش داده‌انـد (International Sericultural Commission, 2023). ابریشـم به‌دلیل استحکام کششی بالا، درخشندگی و براق بودن به‌عنوان یـک نخ برتر در صنعت نساجی محسوب می‌شـود. علـی‌رغم رقابـت شـدید الیاف مصنوعی، ابریشم به‌دلیل رنگ‌پذیری عالی همچنان برتری خود را در تولید پوشاک فاخر و با کیفیت حفظ نموده است (Giacomin *et al.*, 2017).

امروزه در کشورهای صاحب تکنولوژی تولید تخـم نوغـان نظیـر ایران، با اجرای برنامه‌های اصلاح نژادی و تلاقی لاین‌ها آمیخته‌های تجاری مختلفی ایجاد شده‌اند که با هدف افـزایش تولیـد پیلـه و نـخ ابریشم می‌باشد. در تولید هیبریدهای تجاری کرم ابریشم که با هدف تولید نخ ابریشمی برنامه‌ریزی می‌شود، انتفـاع پرورش‌دهنـدگان کـرم ابریشم یا نوغانداران به‌تنهایی کافی نبوده و لازم است، منافع صاحبان دستگاه‌های نخ‌ریسی و کارخانجات ابریشم‌کشی نیز مد نظر قرار گیرند (Khordadi *et al.*, 2023). بـرای کشـاورزان میـزان تولیـد پیلـه، زنده‌مانی لارو و شفیره و حتی طـول دوره لاروی کوتـاه مهـم اسـت. لیکن، صاحبان کارگاه‌ها وکارخانه‌های ابریشم، پیلـه‌هـایی بـا قابلیـت نخ‌کشی بالا، درصد ابریشم خام بالا و عیوب آراسـتگی کمتـر را مـی

۱- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشـکده علـوم کشـاورزی، دانشگاه گـیلان، رشـت، ایران.

۲- گروه پژوهشی ابریشم، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۳- استادیار، مرکز تحقیقات ابریشـم کشـور، سـازمان تحقیقـات، آمـوزش و تـرویج کشاورزی، گیلان، ایران.

۴- مربی، گروه مهندسی نساجی، دانشکده فنی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۵- گروه پژوهشی ابریشم، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

(*- نویسنده مسئول: (Email: hosseini@guilan.ac.ir

http://doi.org/10.22067/ijasr.2023.83618.1165

طلبند. همبستگی مثبت وزن قشر پیله و طول تار ابریشمی، درصد قشر پیله و طول تار، وزن قشر پیله و تمیزی (neatness) و درصد نخ‌دهی با قطر نخ و همبستگی منفی قطر نخ و طول نخ از جمله مواردی است که محققین گزارش نمودند (Singh *et al*., 2011 ; Talebi and Subramanya, 2010). چنین روابطی اهمیت اندازه گیری ویژگی‌های نخ ابریشم را دو چندان می‌کند.

خواص مکانیکی الیاف یا به عبارت دیگر، مقاومت در مقابل نیروهای وارده، از مهم‌ترین خواص الیاف و نخ است. منظور از استحکام، داشتن مقاومت تار، نخ و پارچه در هنگامی است که آن‌ها در جهت محور طولی آن قدر کشیده شوند تا پاره شوند. قطر نخ نیز که جهت تعیین کیفیت نخ مورد نیاز است، به‌دلیل ارتباط با خواصی مثل استحکام، میزان تاب نخ و ظرافت محصول تولیدی اندازه‌گیری می‌شود (Hosseini Moghaddam, 2013). درجه‌بندی نخ ابریشم بر اساس قطر شامل نخ ظریف ۱۸ دنیر و ظریف‌تر، نخ متوسط ۱۹ تا ۳۳ دنیر، نخ ضخیم ۳۴ دنیر و ضخیم‌تر می‌باشد (Shams-Natery, 2005).

تاکنون، پژوهش‌های زیادی در زمینه مقایسه توان تولیدی آمیخته‌های مختلف کرم ابریشم انجام شده است که مبتنی بر اندازه‌گیری صفات پیله نظیر وزن پیله، وزن قشر پیله، درصد قشر پیله، درصد شفیرگی، تولید پیله به‌ازاء یک جعبه و غیره) بوده است (Nematollahina *et al*., 2016; Mirhoseini *et al*., 2008 ; Biabani *et al*., 2021; Khordadi *et al*., 2021; Mirhoseini *et al*., 2022). به‌علاوه در طی چند سال گذشته، همراه با واردات برخی از آمیخته‌های تجاری کرم ابریشم چینی و توزیع این آمیخته‌ها در کشور، به‌دلیل قشر ضعیف‌تر پیله، نارضایتی از عملکرد نخریسی توسط کارگاه‌ها و کارخانجات نخریسی را به‌همراه داشته است.

با توجه به اهمیت رقابت هیبریدهای داخلی با وارداتی، هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی ویژگی‌های نخ هیبریدهای جدید ایرانی و مقایسه آن‌ها با آمیخته‌های تجاری بر اساس ویژگی‌های مربوط به نخریسی و کیفیت الیاف بود، تا علاوه‌بر عملکرد پیله حاصل از یک جعبه تخم نوغان که متضمن منافع تولیدکنندگان پیله است، منافع تولیدکنندگان نخ و حتی بافندگان نیز مد نظر قرار گیرد. چون آمیخته‌های کرم ابریشم حاصل تلاقی‌های متقابل[1] والدین چینی و ژاپنی می‌باشند، در آمیخته‌گری کرم ابریشم دو آمیخته تولید می‌شود، شامل تلاقی مستقیم (والد ماده ژاپنی × والد نر چینی) و تلاقی معکوس آن (والد ماده چینی × والد نر ژاپنی). این دو نوع هیبرید به‌طور همزمان تولید شده و بین نوغانداران نیز توزیع می‌شود و در عمل، دریافت‌کننده تخم نوغان حق انتخاب بین این دو آمیخته را ندارد. در این بررسی، ضمن مقایسه آمیخته‌های تجاری و هیبریدهای جدید ایرانی از نظر ویژگی‌های نخ ابریشم، اثر تلاقی‌های متقابل نیز به شیوه‌های آماری آزمون خواهد شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، ۳۶ آمیخته جدید کرم ابریشم با چهار آمیخته تجاری ایرانی برای ویژگی‌های نخ ابریشم حاصل از آن‌ها ارزیابی و مقایسه شدند. ۴۰ آمیخته حاصل از تلاقی والد مادری ژاپنی شکل با والد پدری چینی شکل و ۴۰ آمیخته حاصل از تلاقی معکوس آن یعنی والد مادری چینی شکل و والد پدری ژاپنی شکل و در مجموع، ۸۰ آمیخته در سه تکرار نخریسی و ارزیابی شدند. در جدول ۱، اسامی آمیخته‌های مورد بررسی ارائه شده است. چهار آمیخته تجاری شامل آمیخته‌های والد مادری ژاپنی شکل (۳۲×۳۱، ۱۰۳×۱۰۴، ۱۵۳×۱۵۴ و ۱۵۴×۱۵۱) و آمیخته‌های والد مادری چینی شکل (۳۱×۳۲، ۱۰۴×۱۰۳، ۱۵۴×۱۵۳ و ۱۵۱×۱۵۴) بودند.

تعداد ۲۰۰ عدد پیله از بین پیله‌های درجه خوب هر آمیخته از مرکز تحقیقات ابریشم کشور برای گروه پژوهشی ابریشم دانشگاه گیلان ارسال و بقیه مراحل در آزمایشگاه کرم ابریشم و آزمایشگاه فیزیک الیاف گروه نساجی دانشگاه گیلان انجام شد. در مرحله اول، ارزیابی ظاهری و تفکیک پیله‌های هر نمونه انجام شد. پیله‌هایی که از نظر شکل ظاهری و اندازه شبیه به هم بوده و ویژگی‌های پیله نامرغوب را نداشتند، مشخص شدند و از بین آن‌ها سه تکرار ۲۱ پیله ای (بر اساس ظرفیت دستگاه نخریسی) به‌طور تصادفی انتخاب شد. در مرحله دوم، نخ ریسی پیله‌های هر تکرار به‌صورت جداگانه با استفاده از دستگاه نخریسی آزمایشگاهی (Khordadi *et al*., 2023) انجام شد. در مرحله سوم، صفات مورد بررسی شامل قطر نخ (YS)، طول نخ (YL)، استحکام کششی نخ (YTS)، درصد ازدیاد طول نخ (EP)، وزن نخ (YW) و درصد ابریشم خام یا درصد نخ‌دهی (RSP) اندازه‌گیری شد.

درصد نخ‌دهی یا درصد ابریشم خام از تقسیم وزن نخ خشک به وزن پیله خشک ضرب در ۱۰۰ محاسبه می‌شود. به این منظور، پیله های هر تکرار (۲۱ عدد) در توری‌های مخصوص به‌مدت یک ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون آزمایشگاهی خشک شدند. وزن نخ خشک در همان دمای مذکور به‌مدت ۲۰ دقیقه اندازه‌گیری شد. پس از خشک کردن، توزین با ترازوی دیجیتال انجام شد. برای اندازه‌گیری طول و قطر نخ (Lee, 2011)، از هرکدام از دوک‌های نخ، مقدار ۵۰ متر نخ با دستگاه کلاف‌پیچ (Shirly(TC48)- England) جدا و توزین شد. قطر یا نمره نخ بر مبنای واحد دنیر سنجیده می‌شود که وزن نه هزار متر تار بر حسب گرم است. بنابراین، جهت اندازه‌گیری نمره نخ، لازم است طول و وزن تار ابریشمی را اندازه‌گیری نمود.

1- Reciprocal

جدول ۱- اسامی آمیخته‌های کرم ابریشم ایرانی در بررسی حاضر

Table 1- Names of Iranian silkworm hybrids in the present study

	آمیخته با والد مادری چینی Hybrid with Chinese maternal parent	آمیخته با والد مادری ژاپنی Hybrid with Japanese maternal parent
1	IRA2×IRA1	IRA1×IRA2
2	IRA4×IRA1	IRA1×IRA4
3	IRA6×IRA1	IRA1×IRA6
4	IRA8×IRA1	IRA1×IRA8
5	IRA10×IRA1	IRA1×IRA10
6	IRA12×IRA1	IRA1×IRA12
7	IRA2×IRA3	IRA3×IRA2
8	IRA4×IRA3	IRA3×IRA4
9	IRA6×IRA3	IRA3×IRA6
10	IRA8×IRA3	IRA3×IRA8
11	IRA10×IRA3	IRA3×IRA10
12	IRA12×IRA3	IRA3×IRA12
13	IRA2×IRA5	IRA5×IRA2
14	IRA4×IRA5	IRA5×IRA4
15	IRA6×IRA5	IRA5×IRA6
16	IRA8×IRA5	IRA5×IRA8
17	IRA10×IRA5	IRA5×IRA10
18	IRA12×IRA5	IRA5×IRA12
19	IRA2×IRA7	IRA7×IRA2
20	IRA4×IRA7	IRA7×IRA4
21	IRA6×IRA7	IRA7×IRA6
22	IRA8×IRA7	IRA7×IRA8
23	IRA10×IRA7	IRA7×IRA10
24	IRA12×IRA7	IRA7×IRA12
25	IRA2×IRA9	IRA9×IRA2
26	IRA4×IRA9	IRA9×IRA4
27	IRA6×IRA9	IRA9×IRA6
28	IRA8×IRA9	IRA9×IRA8
29	IRA10×IRA9	IRA9×IRA10
30	IRA12×IRA9	IRA9×IRA12
31	IRA2×IRA11	IRA11×IRA2
32	IRA4×IRA11	IRA11×IRA4
33	IRA6×IRA11	IRA11×IRA6
34	IRA8×IRA11	IRA11×IRA8
35	IRA10×IRA11	IRA11×IRA10
36	IRA12×IRA11	IRA11×IRA12
37	154×151	151×154
38	154×153	153×154
39	104×103	103×104
40	32×31	31×32

معادله (۱) قطر (دنیر) = ۹۰۰۰ × $\frac{\text{متر}}{\text{وزن}}$

استحکام نخ با دو شاخص درصد کشیدگی و استحکام کششی مطابق با استاندارد ملی ایران به‌شماره ۱۰-۵۱۵۷ (تعیین مقاومت کششی و ازدیاد طول) با استفاده از دستگاه مقاومت‌سنج (Shirly(Micro 250)- England) اندازه‌گیری شد.

در آزمایش حاضر، با توجه به اینکه نیمی از آمیخته‌ها حاصل تلاقی‌های مستقیم و نیمی دیگر حاصل تلاقی‌های معکوس بودند، به‌جز اثر آمیخته (۴۰ آمیخته)، اثر تلاقی دو طرفه[1] (دو نوع مستقیم و معکوس) نیز قابل بررسی است. لذا، داده‌های حاصل از این آزمایش دو عاملی با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین ۴۰ آمیخته مورد بررسی برای صفات مختلف با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد.

1- Reciprocal effect

نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی (جدول ۲) نشان داد که اثر نوع آمیخته برای تمامی صفات مورد بررسی شامل قطر نخ (YS[2]) بر حسب دنیر (d[3])، طول نخ (YL[4]) بر حسب متر (m)، استحکام

2- Yarn Size
3- Denier
4- Yarn Length

کششی نخ (YTS[1]) بر مبنای گرم بر دنیر (gr/d)، درصد ازدیاد طول (EP[2]) برحسب درصد (%)، وزن نخ (FW[3]) برحسب گرم (g) و درصد نخ‌دهی (RSP[4]) بر مبنای درصد (%) بسیار معنی‌دار بودند ($P<0.0001$). اثر نوع تلاقی برای دو صفت قطر نخ و استحکام کششی نخ معنی‌دار نیست ($P>0.05$)، امّا برای صفت درصد ازدیاد طول و طول نخ معنی‌دار ($P<0.05$) و برای دو صفت وزن نخ و درصد نخ‌دهی بسیار معنی‌دار است ($P<0.0001$).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین عملکرد صفات مورد بررسی بر اساس داده‌های تلفیقی تلاقی‌های مستقیم و معکوس در جدول ۳ ارائه شده است. میانگین صفات در آمیخته‌های مورد بررسی (۴۰ آمیخته) به‌صورت مرتب شده و از مقادیر بالا به پایین در نمودارهای ۱ تا ۶ ارائه شده است. در این نمودارها، میانگین مقادیر هر صفت بر روی نمودار هر آمیخته مشخص شده است تا میزان برتری آمیخته‌ها مشخص شود. این نمودارها، آمیخته‌هایی که در انتها (بالاتر و کمتر) قرار گرفته‌اند را به‌خوبی مشخص می‌نماید. نتایج حاصل از مقایسه آمیخته‌ها برای صفات مختلف در زیر آمده است:

قطر نخ (YS): برای این صفت میانگین محاسبه شده در تمامی آمیخته‌ها ۶۷/۵۴ دنیر بود و آمیخته شماره ۱۵ (با ترکیب IRA3×IRA10) و ۱۲ (با ترکیب IRA3×IRA4) بیشترین میانگین را از خود نشان دادند (جدول ۳). کمترین میانگین نیز مربوط به آمیخته تجاری شماره ۳۸ (با ترکیب 154×153 و میانگین ۵۸/۲۰۰ دنیر) بود. میانگین‌های مرتب شده آمیخته‌ها از مقادیر بالا به پایین در شکل ۱ ارائه شده‌اند. در جدول ۴ آمیخته‌هایی که قطر نخ ضخیم‌تری داشتند، عبارت بودند از : ۱۵، ۱۲، ۵، ۲۰، ۱، ۱۴، ۳۶، ۸، ۳۰ و ۲۷ که هیچ‌کدام از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P<0.05$).

طول نخ (YL): میانگین محاسبه شده این صفت در تمامی آمیخته‌ها ۶۰۲/۴ متر بود و آمیخته تجاری شماره ۲۲ (با ترکیب IRA5×IRA8) بیشترین میانگین (۷۷۱/۴ متر) را به خود اختصاص داد. کمترین میانگین حاصله نیز مربوط به آمیخته تجاری شماره ۷ (با ترکیب IRA2×IRA3 و میانگین ۴۴۱/۲ متر) بود (جدول ۳). میانگین‌های مرتب شده آمیخته‌ها از مقادیر بالا به پایین در شکل ۲ ارائه شده‌اند.

استحکام کششی نخ (YTS): میانگین محاسبه شده این صفت در تمامی آمیخته‌ها ۳/۲۲۸ گرم بر دنیر بود و آمیخته‌های تجاری شماره ۴۰ (با ترکیب 104×103) و ۳۸ (با ترکیب 154×153) بیشترین میانگین‌ها (به‌ترتیب ۳/۴۷۵ و ۳/۴۴۵ گرم بر دنیر) را دارا بودند. کمترین میانگین نیز مربوط به آمیخته شماره ۱۹ (با ترکیب IRA4×IRA3 و میانگین ۲/۹۳۵ گرم بر دنیر) بود (جدول ۳). میانگین‌ها مرتب شده آمیخته‌ها از مقادیر بالا به پایین در شکل ۳ ارائه شده‌اند.

درصد ازدیاد طول (EP): متوسط درصد ازدیاد طول محاسبه شده برای تمامی آمیخته‌ها ۱۴/۸۵۵ درصد بود و آمیخته تجاری شماره ۳۷ (با ترکیب 154×151) بیشترین میانگین (۱۷/۶۱۵ درصد) را به خود اختصاص داد. کمترین میانگین نیز مربوط به آمیخته شماره ۷ (با ترکیب IRA2×IRA3 و میانگین ۱۳/۴۶۸ درصد) بود (جدول ۳). میانگین‌ها مرتب شده آمیخته‌ها از مقادیر بالا به پایین در شکل ۴ ارائه شده‌اند.

وزن نخ (YW): میانگین محاسبه شده در تمامی آمیخته‌ها برای این صفت ۴/۵۰۱ گرم بود و آمیخته شماره ۲۲ (با ترکیب IRA5×IRA8) بیشترین میانگین (۵/۵۹۰ گرم) را دارا بود. کمترین میانگین نیز مربوط به آمیخته شماره ۷ (با ترکیب IRA2×IRA3 و میانگین ۳/۴۶ گرم) بود (جدول ۳). میانگین‌های مرتب شده آمیخته‌ها از مقادیر بالا به پایین در شکل ۵ ارائه شده‌اند.

درصد نخ‌دهی (RSP): برای این صفت که درصد ابریشم خام (raw silk percentage) نیز گفته می‌شود، میانگین محاسبه شده در تمامی آمیخته‌ها ۳۴/۵۸۹ درصد بود و آمیخته‌های شماره ۲۲ (با ترکیب IRA5×IRA8) و ۳۸ (با ترکیب 154×153) بیشترین میانگین‌ها (به‌ترتیب ۴۱/۴۴۵ و ۴۰/۶۵۸ درصد) را دارا بودند (جدول ۳). کمترین میانگین نیز مربوط به آمیخته شماره ۷ (با ترکیب IRA2×IRA3 و میانگین ۲۵/۸۶۰ درصد) بود (جدول ۲). میانگین های مرتب شده آمیخته‌ها از مقادیر بالا به پایین در شکل ۶ ارائه شده‌اند.

1- Yarn Tensile Strength
2- Elongation Percentage
3- Yarn Weight
4- Raw Silk Percentage

جدول ۲- تجزیه واریانس ویژگی‌های نخ ابریشم در آمیخته‌های کرم ابریشم مورد بررسی

Table 2- Analysis of variance for the silk yarn characters in the studied silkworm hybrids

صفات Traits		قطر نخ (دنیر) YS (d)		طول نخ (متر) YL (m)		استحکام کششی نخ (گرم/دنیر) YTS (g/d)		درصد ازیاد طول (درصد) EP (%)		وزن نخ (گرم) YW (g)		درصد نخ‌دهی (درصد) RSP (%)	
منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
نوع تلاقی Reciprocal	1	2.52	0.1146	5.10	0.0252	0.06	0.8132	4.42	0.0370	7.13	0.0083	6.93	0.0093
آمیخته (نوع تلاقی) Hybrids (reciprocal)	78	11.25	<0.0001	8.18	<0.0001	4.07	<0.0001	3.37	<0.0001	5.89	<0.0001	5.77	<0.0001
ضریب تغییرات CV (%)		3.63		9.87		4.89		6.78		9.92		9.89	
ضریب تعیین R^2		0.84		0.80		0.66		0.62		0.74		0.74	

FS: Yarn Size, FL: Yarn Length, FTS: Yarn Tensile Strength, EP: Elongation Percentage, YW: Yarn Weight, RSP: Raw Silk Percentage

آمیخته‌های برتر جدید: به‌منظور معرفی آمیخته‌های برتر و ضعیف‌تر از نظر ویژگی‌های نخ ابریشم، ۱۰ آمیخته برتر (رتبه ۱ تا ۱۰) و ۱۰ آمیخته ضعیف‌تر (رتبه ۳۱ تا ۴۰) در جدول ۴ آورده شده است. آمیخته‌هایی که از نظر حداقل سه ویژگی ممتاز بودند، عبارت بودند از: ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۲۲، ۳۱ و ۳۶. بررسی تکرار شماره‌های آمیخته‌ها در هر گروه (برتر و ضعیف‌تر) و مقایسه دو گروه نشان داد که تمامی آمیخته‌های ایرانی (شماره‌های ۳۷، ۳۸، ۳۹ و ۴۰) و آمیخته‌های ۲۲ و ۳۱، از نظر استحکام و وزن نخ و درصد نخ‌دهی ممتاز بوده، لیکن قطر ضعیفی دارند، به‌عبارتی جزو گروه دوم یا آمیخته‌های ضعیف هستند. دو آمیخته ۲۰ و ۳۳ از نظر دو صفت برتر بوده و جزو شماره‌های گروه دوم (گروه ضعیف‌ترها) نیز نیستند. برخی صفات در آمیخته‌های ۱۲، ۱۵، ۸، ۱۶ و ۲۷ ممتاز بود، لیکن در این آمیخته‌ها برخی صفات دیگر جزو گروه ضعیف‌ترها بودند. بر اساس جدول ۴، آمیخته‌های ۷، ۲۶، ۵ و ۱ از نظر ویژگی‌های نخ خیلی ضعیف (حداقل سه صفت از شش صفت) و آمیخته‌های ۱۷، ۱۱، ۴، ۲۵، ۱۹و ۲۳ ضعیف (دو صفت از شش صفت) بودند.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات نخ ابریشم بر اساس داده‌های تلفیقی تلاقی‌های مستقیم و معکوس

Table 3- Mean comparison of the silk yarn characters based on an average of the reciprocal data

	آمیخته Hybrids	قطر نخ (دنیر) YS (d)	طول نخ (متر) YL (m)	استحکام کششی (گرم/دنیر) YTS (g/d)	درصد ازیاد طول (درصد) EP (%)	وزن نخ (گرم) YW (g)	درصد نخ‌دهی (درصد) RSP (%)
1	IRA1×IRA2	71.550 ^{ABC}	505.73 ^{IJKL}	3.1367 ^{ABCDEF}	14.6100 ^{BCDE}	4.0033 ^{CDEF}	29.135 ^{EFG}
2	IRA1×IRA4	61.650 ^{IJK}	643.13 ^{ABCDEFGH}	3.2650 ^{ABCDEF}	14.3467 ^{BCDE}	4.4517 ^{BCDEF}	34.210 ^{ABCDEFG}
3	IRA1×IRA6	67.050 ^{BCDEFGHI}	563.80 ^{FGHIJKL}	3.3950 ^{ABC}	15.1167 ^{BCDE}	4.1950 ^{BCDEF}	33.148 ^{BCDEFG}
4	IRA1×IRA8	65.700 ^{DEFGHIJ}	611.51 ^{CDEFGHIJ}	3.1050 ^{BCDEF}	14.2100 ^{BCDE}	4.4433 ^{BCDEF}	34.180 ^{ABCDEFG}
5	IRA1×IRA10	72.450 ^{AB}	519.10 ^{HIJKL}	3.2567 ^{ABCDEF}	14.7533 ^{BCDE}	4.1583 ^{BCDEF}	32.675 ^{CDEFG}
6	IRA1×IRA12	68.400 ^{ABCDEFG}	579.65 ^{EFGHIJK}	3.3367 ^{ABCDE}	15.0833 ^{BCDE}	4.4267 ^{BCDEF}	33.647 ^{ABCDEFG}
7	IRA2×IRA3	67.050 ^{ABCDEFG}	441.18 ^{L}	2.975 ^{EF}	13.4683 ^{E}	3.4600 ^{F}	25.860 ^{G}
8	IRA2×IRA5	71.100 ^{ABCD}	523.55 ^{GHIJKL}	3.3417 ^{ABCD}	16.3433 ^{AB}	4.1233 ^{BCDEF}	31.980 ^{CDEFG}
9	IRA2×IRA7	67.050 ^{BCDEFGHI}	563.36 ^{FGHIJKL}	3.1617 ^{ABCDEF}	15.2450 ^{BCDE}	4.2033 ^{BCDEF}	33.880 ^{ABCDEFG}
10	IRA2×IRA9	68.580 ^{ABCDEFG}	579.67 ^{EFGHIJK}	3.1483 ^{ABCDEF}	15.8717 ^{ABCD}	4.4267 ^{BCDEF}	32.643 ^{CDEFG}
11	IRA2×IRA11	66.150 ^{CDEFGHIJ}	568.05 ^{FGHIJKL}	3.2300 ^{ABCDEF}	15.7150 ^{ABCDE}	4.1717 ^{BCDEF}	31.382 ^{DEFG}
12	IRA3×IRA4	72.900 ^{A}	523.99 ^{GHIJKL}	3.2400 ^{ABCDEF}	15.8217 ^{ABCD}	4.2450 ^{BCDEF}	31.368 ^{DEFG}
13	IRA3×IRA6	69.300 ^{ABCDEFG}	558.57 ^{FGHIJKL}	3.3567 ^{ABCD}	14.8200 ^{BCDE}	4.2883 ^{BCDEF}	33.522 ^{BCDEFG}
14	IRA3×IRA8	71.550 ^{ABC}	643.16 ^{ABCDEFGH}	3.1033 ^{BCDEF}	14.6983 ^{BCDE}	5.1000 ^{AB}	36.772 ^{ABCDE}
15	IRA3×IRA10	73.350 ^{A}	461.29 ^{KL}	3.1450 ^{ABCDEF}	15.8333 ^{ABCD}	3.7633 ^{EF}	28.737 ^{FG}
16	IRA3×IRA12	70.200 ^{ABCDE}	652.67 ^{ABCDEFGH}	3.1117 ^{BCDEF}	13.9200 ^{CDE}	5.0867 ^{AB}	37.583 ^{ABCD}

17	IRA4×IRA5	61.650 ^{IJK}	655.82 ^{ABCDEF}	3.0733 ^{CDEF}	13.6850 ^{DE}	4.4833 ^{BCDEF}	34.428 ^{ABCDEFG}
18	IRA4×IRA7	65.700 ^{EFGHIJ}	643.98 ^{ABCDEFGH}	2.9983 ^{DEF}	14.2367 ^{BCDE}	4.5800 ^{ABCDE}	34.805 ^{ABCDEF}
19	IRA4×IRA9	64.350 ^{FGHIJ}	617.51 ^{BCDEFGHIJ}	2.9350 ^{F}	15.4717 ^{ABCDE}	4.4183 ^{BCDEF}	32.718 ^{CDEFG}
20	IRA4×IRA11	72.450 ^{AB}	585.52 ^{DEFGHIJK}	3.2483 ^{ABCDEF}	15.9983 ^{ABC}	4.7117 ^{ABCDE}	33.568 ^{BCDEFG}
21	IRA5×IRA6	66.150 ^{CDEFGHIJ}	590.84 ^{DEFGHIJK}	3.2667 ^{ABCDEF}	14.0950 ^{BCDE}	4.3317 ^{BCDEF}	35.243 ^{ABCDEF}
22	IRA5×IRA8	62.550 ^{HIJK}	771.39 ^{A}	3.3783 ^{ABC}	14.3850 ^{BCDE}	5.5900 ^{A}	41.445 ^{A}
23	IRA5×IRA10	69.300 ^{ABCDEFG}	566.60 ^{FGHIJKL}	3.0450 ^{CDEF}	14.1500 ^{BCDE}	4.3733 ^{BCDEF}	34.543 ^{ABCDEFG}
24	IRA5×IRA12	67.950 ^{BCDEFGH}	652.67 ^{ABCDEFGH}	3.2250 ^{ABCDEF}	14.0583 ^{BCDE}	4.9183 ^{ABC}	36.765 ^{ABCDE}
25	IRA6×IRA7	67.050 ^{BCDEFGHI}	559.23 ^{FGHIJKL}	3.2333 ^{ABCDEF}	14.3100 ^{BCDE}	4.1550 ^{BCDEF}	33.253 ^{BCDEFG}
26	IRA6×IRA9	69.750 ^{ABCDEF}	491.81 ^{JKL}	3.1867 ^{ABCDEF}	13.9200 ^{CDE}	3.8133 ^{DEF}	31.317 ^{DEFG}
27	IRA6×IRA11	70.650 ^{ABCD}	529.78 ^{GHIJKL}	3.3800 ^{ABC}	14.6400 ^{BCDE}	4.1483 ^{BCDEF}	34.390 ^{ABCDEFG}
28	IRA7×IRA8	65.700 ^{DEFGHIJ}	639.54 ^{ABCDEFGHI}	3.0467 ^{CDEF}	14.8983 ^{BCDE}	4.6583 ^{ABCDE}	34.097 ^{ABCDEFG}
29	IRA7×IRA10	65.700 ^{DEFGHIJ}	598.70 ^{DEFGHIJ}	3.1467 ^{ABCDEF}	15.2150 ^{BCDE}	4.3683 ^{BCDEF}	33.750 ^{ABCDEFG}
30	IRA7×IRA12	71.100 ^{ABCD}	606.04 ^{DEFGHIJ}	3.3217 ^{ABCDE}	14.9867 ^{BCDE}	4.8033 ^{ABCD}	37.330 ^{ABCD}
31	IRA8×IRA9	63.900 ^{GHIJ}	708.24 ^{ABCDE}	3.2750 ^{ABCDEF}	14.5117 ^{BCDE}	5.0417 ^{AB}	39.470 ^{ABC}
32	IRA8×IRA11	70.200 ^{ABCDE}	597.29 ^{DEFGHIJK}	3.2000 ^{ABCDEF}	14.2817 ^{BCDE}	4.6633 ^{ABCDE}	35.223 ^{ABCDEF}
33	IRA9×IRA10	70.200 ^{ABCDE}	627.96 ^{BCDEFGHI}	3.2300 ^{ABCDEF}	14.9367 ^{BCDE}	4.8933 ^{ABC}	37.902 ^{ABCD}
34	IRA9×IRA12	69.300 ^{ABCDEFG}	614.49 ^{CDEFGHIJ}	3.3583 ^{ABCD}	14.0083 ^{CDE}	4.7350 ^{ABCDE}	36.808 ^{ABCDE}
35	IRA10×IRA11	69.750 ^{ABCDEF}	564.98 ^{FGHIJKL}	3.2183 ^{ABCDEF}	14.3267 ^{BCDE}	4.3333 ^{BCDEF}	33.447 ^{BCDEFG}
36	IRA11×IRA12	71.550 ^{ABC}	637.05 ^{BCDEFGHI}	3.3950 ^{ABC}	14.4800 ^{BCDE}	5.0517 ^{AB}	37.818 ^{ABCD}
37	151×154	61.800 ^{IJK}	716.78 ^{ABCD}	3.4033 ^{ABC}	17.6150 ^{A}	4.9367 ^{ABC}	37.615 ^{ABCD}
38	153×154	58.200 ^{K}	750.29 ^{AB}	3.4450 ^{AB}	15.7700 ^{ABCDE}	4.8167 ^{ABCD}	40.658 ^{AB}
39	31×32	62.100 ^{IJK}	746.48 ^{ABC}	3.3867 ^{ABC}	15.3900 ^{ABCDE}	5.1450 ^{AB}	37.763 ^{ABCD}
40	103×104	61.200 ^{JK}	685.32 ^{ABCDEF}	3.4750 ^{A}	15.5767 ^{ABCDE}	4.6467 ^{ABCDE}	38.467 ^{ABCD}
میانگین Mean		67.54	602.48	3.228	14.855	4.501	34.589
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM		1.001	24.279	0.064	0.412	0.182	1.398
مقدار معنی‌داری P value		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

Means with the same letter in each column are not significantly different.

FS: Yarn Size, FL: Yarn Length, FTS: Yarn Tensile Strength, EP: Elongation Percentage, YW: Yarn Weight, RSP: Raw Silk Percentage

مقایسه آمیخته‌های جدید با آمیخته‌های تجاری: در جدول ۵، متوسط عملکرد آمیخته‌های جدید و تجاری برای صفات مختلف ارائه شده است. تفاوت میانگین برای تمام صفات معنی‌دار بود ($P<0.05$). این نتایج که با مقایسه کلی میانگین آمیخته‌های تجاری با آمیخته‌های جدید حاصل شده نشان می‌دهد که آمیخته‌های فعلی برای صفات استحکام، طول و وزن نخ و درصد نخ‌دهی مزیت و برتری داشته، ولی آمیخته‌های جدید تنها از نظر قطر نخ بالاتر بودند. امّا نتایج مقایسه انفرادی (جدول ۳) نشان می‌دهد که برخی از آمیخته‌های جدید از آمیخته‌های تجاری برتر است. برای صفت مهم درصد نخ‌دهی، آمیخته ۲۲ از تمام آمیخته‌های تجاری عملکرد بالاتری دارد و آمیخته ۳۱ نیز با ۳۹/۴۷ درصد ضمن برتری نسبت به آمیخته‌های ۳۷، ۳۹ و ۴۰ ، تفاوت معنی‌داری با آن‌ها ندارد.

جدول ٤- رتبه و مقدار (داخل پرانتز) ده آمیخته برتر کرم ابریشم و ده آمیخته ضعیف‌تر برای صفات مورد بررسی

Table 4- The numbers and value (in parenthesis) of 10 superior silkworm hybrids and 10 inferior silkworm hybrids for the examined traits*

رتبه Rank	قطر نخ (دنیر) YS (d)	طول نخ (متر) YL (m)	استحکام کششی (گرم/دنیر) YTS (g/d)	درصد ازیاد طول (درصد) EP (%)	وزن نخ (گرم) YW (g)	درصد نخ‌دهی (درصد) RSP (%)
1	15 (73.35)	22(771.39)	40(3.47)	37(17.61)	22(5.590)	22(41.445)
2	12(72.90)	38(750.29)	38(3.44)	8(16.34)	39(5.145)	38(40.658)
3	5(72.45)	39(746.48)	37(3.40)	20(16.00)	14(5.100)	31(39.470)
4	20(72.45)	37(716.78)	3(3.39)	10(15.87)	16(5.087)	40(38.467)
5	1(71.55)	31(708.24)	36(3.39)	15(15.83)	36(5.052)	33(37.902)
6	14(71.55)	40(685.32)	39(3.39)	12(15.82)	31(5.042)	36(37.718)
7	36(71.55)	17(655.82)	27(3.38)	38(15.77)	37(4.937)	39(37.763)
8	8(71.1)	24(652.67)	22(3.38)	11(15.71)	24(4.918)	37(37.615)
9	30(71.1)	16(652.67)	34(3.36)	40(15.58)	33(4.893)	16(37.583)
10	27(70.65)	18(643.98)	13(3.36)	19(15.47)	38(4.817)	30(37.330)
31	29(65.7)	25(559.23)	1(3.14)	18(14.23)	3(4.195)	19(32.718)
32	19(64.35)	13(558.57)	16(3.12)	4(14.21)	11(4.172)	5(34.180)
33	31(63.9)	27(529.78)	4(3.10)	23(14.15)	5(4.158)	10(32.643)
34	22(62.55)	12(523.99)	14(3.10)	21(14.09)	25(4.155)	8(31.980)
35	39(62.1)	8(523.55)	17(3.07)	24(14.06)	27(4.148)	11(31.382)
36	37(61.8)	5(519.10)	28(3.05)	34(14.01)	8(4.123)	12(31.368)
37	2(61.65)	1(505.73)	23(3.04)	16(13.92)	1(4.003)	26(31.317)
38	17(61.65)	26(491.81)	18(3.00)	26(13.92)	26(3.813)	1(29.135)
39	40(61.2)	15(461.29)	7(2.97)	17(13.65)	15(3.763)	15(28.737)
40	38(58.2)	7(441.18)	19(2.93)	7(13.47)	7(3.460)	7(25.860)

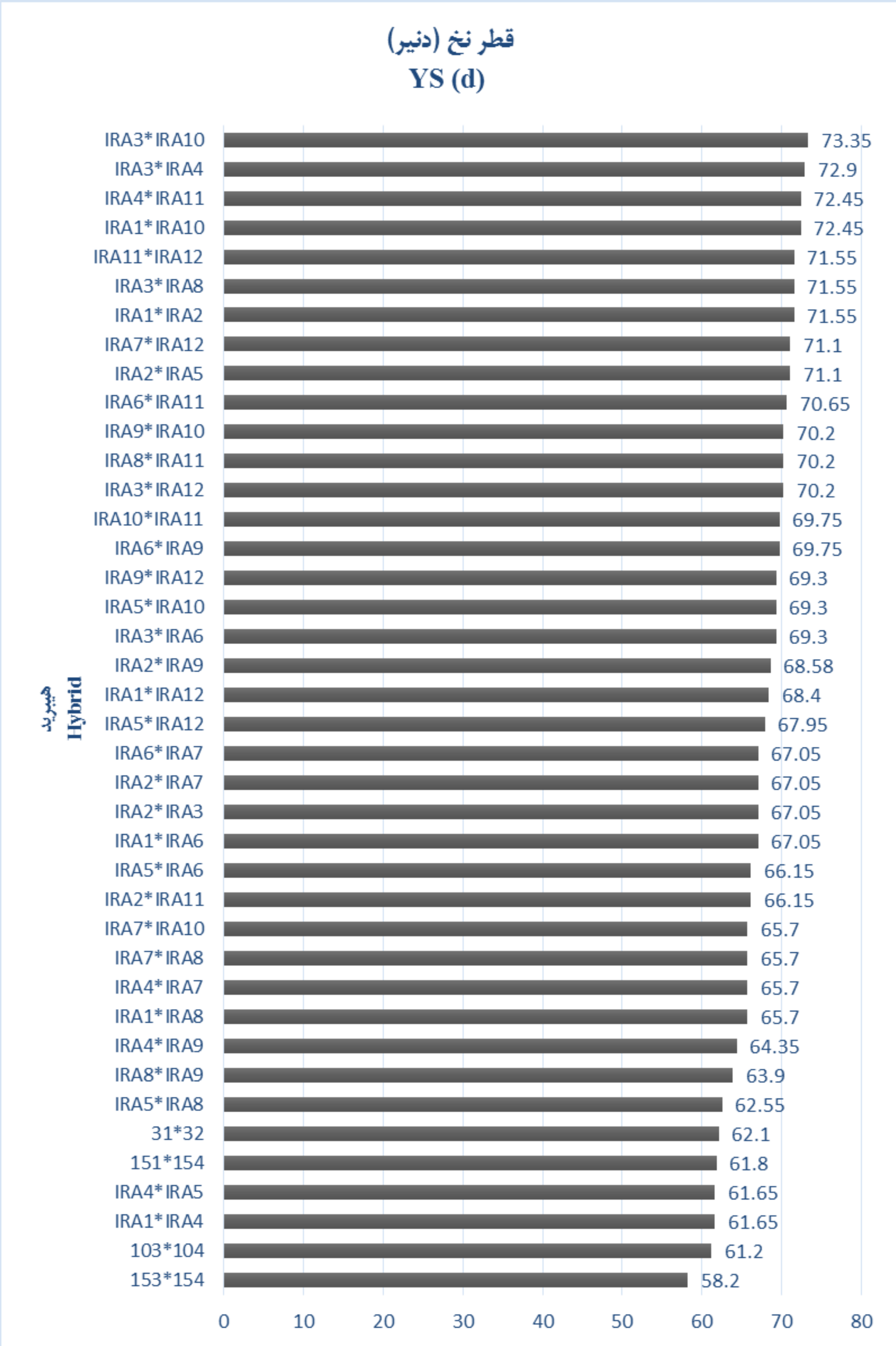
FS: Yarn Size, FL: Yarn Length, FTS: Yarn Tensile Strength, FEP: Elongation Percentage, YW: Yarn Weight, RSP: Raw Silk Percentage

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات نخ ابریشم آمیخته‌های کرم ابریشم جدید و تجاری ایرانی

Table 5- Mean comparison of the silk yarn characters in new and commercial Iranian silkworm hybrids

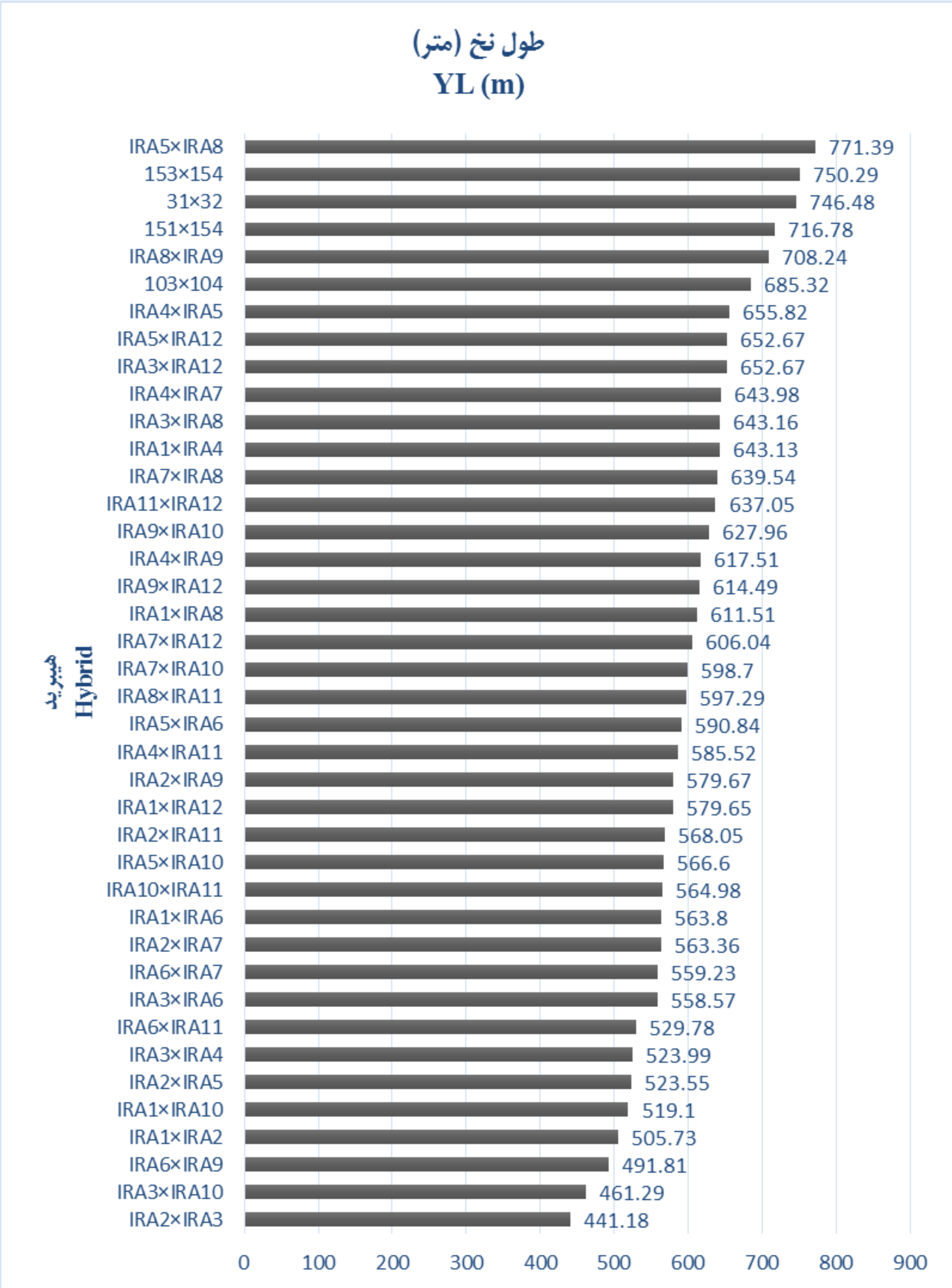
آمیخته Hybrids	قطر نخ (دنیر) YS (d)	طول نخ (متر) YL (m)	استحکام کششی (گرم/دنیر) YTS (g/d)	درصد ازیاد طول (درصد) EP (%)	وزن نخ (گرم) YW (g)	درصد نخ‌دهی (درصد) RSP (%)
هیبرید جدید New hybrid	68.320 A	588.82 B	3.207 B	14.73 B	4.461 B	34.17 B
هیبرید تجاری (قدیمی) Commercial (old) hybrid	60.825 B	724.72 A	3.427 A	16.08 A	4.886 A	38.62 A
میانگین Mean	67.57	602.40	3.229	14.87	4.504	34.61
خطای استاندارد میانگین‌ها SEM	0.33	7.04	0.014	0.087	0.046	0.355
مقدار معنی‌داری P value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0062	<0.0001

FS: Yarn Size, FL: Yarn Length, FTS: Yarn Tensile Strength, FEP: Yarn Elongation Percentage, YW: Yarn Weight, RSP: Raw Silk Percentage



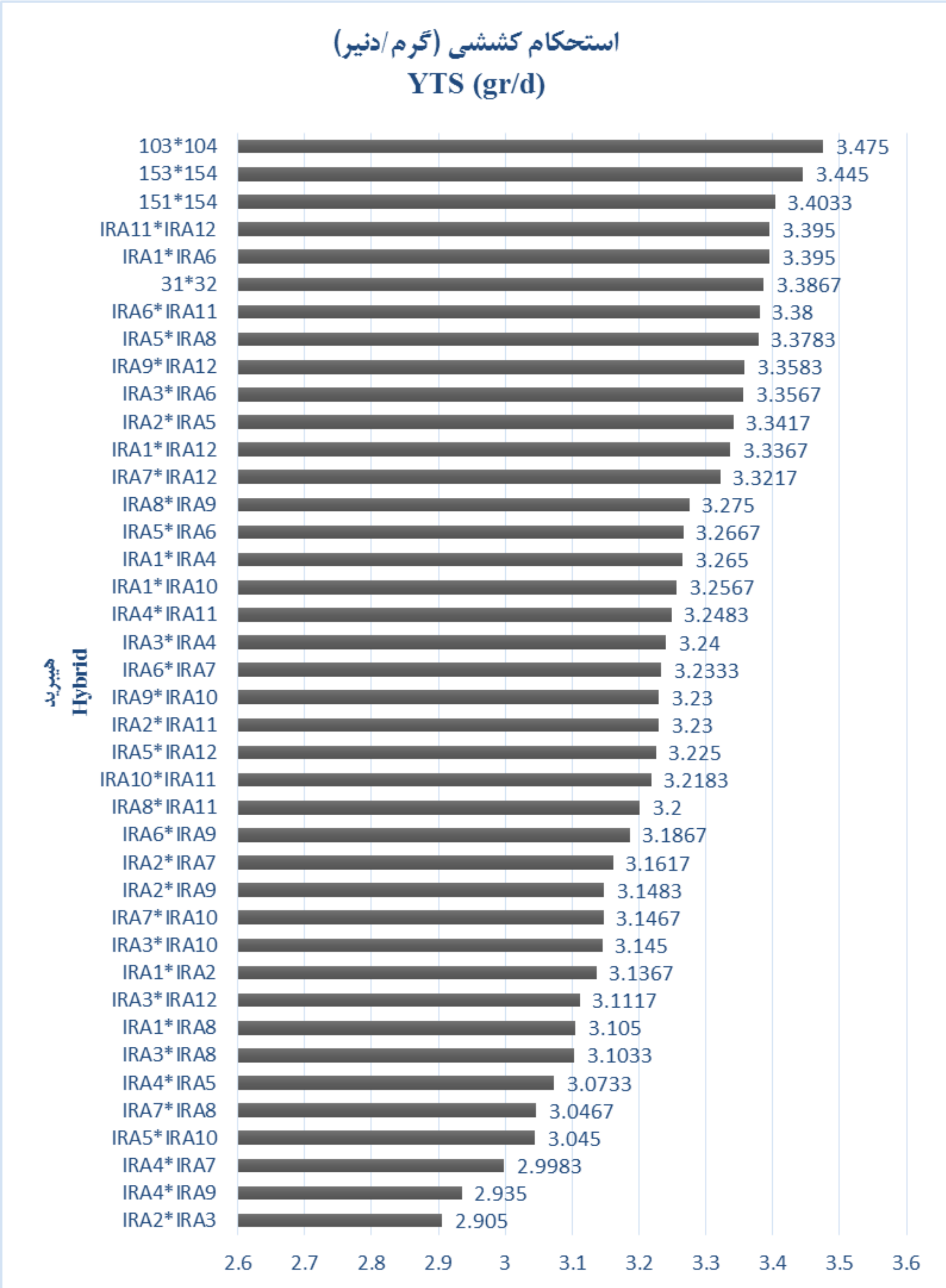
شکل ۱- میانگین‌های مرتب شده قطر نخ در ۴۰ آمیخته مورد بررسی

Figure 1- Sorted averages of YS in the 40 studied hybrids



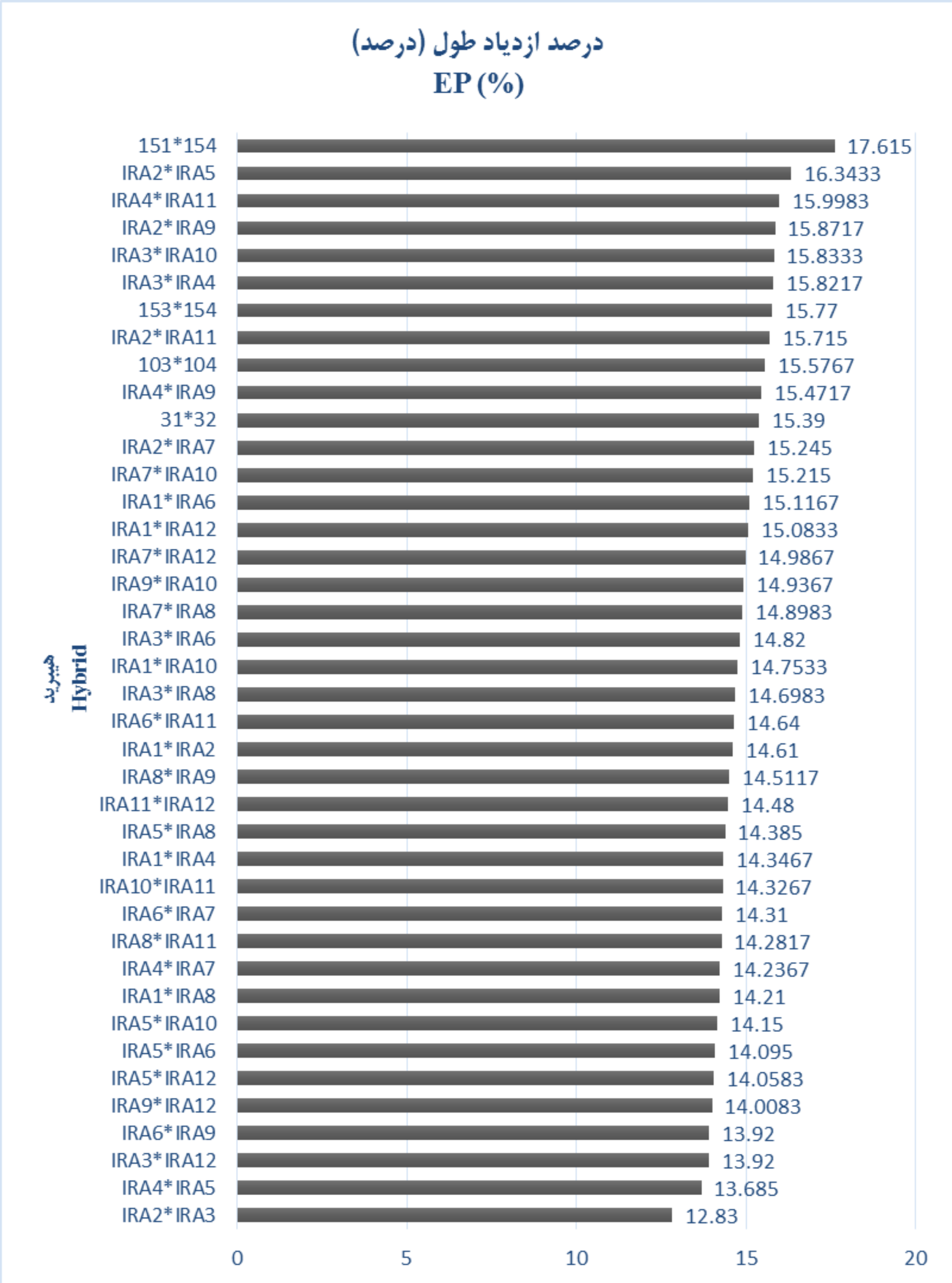
شکل ۲- میانگین‌های مرتب شده طول نخ در ۴۰ آمیخته مورد بررسی

Figure 2- Sorted averages of YL in the 40 studied hybrids



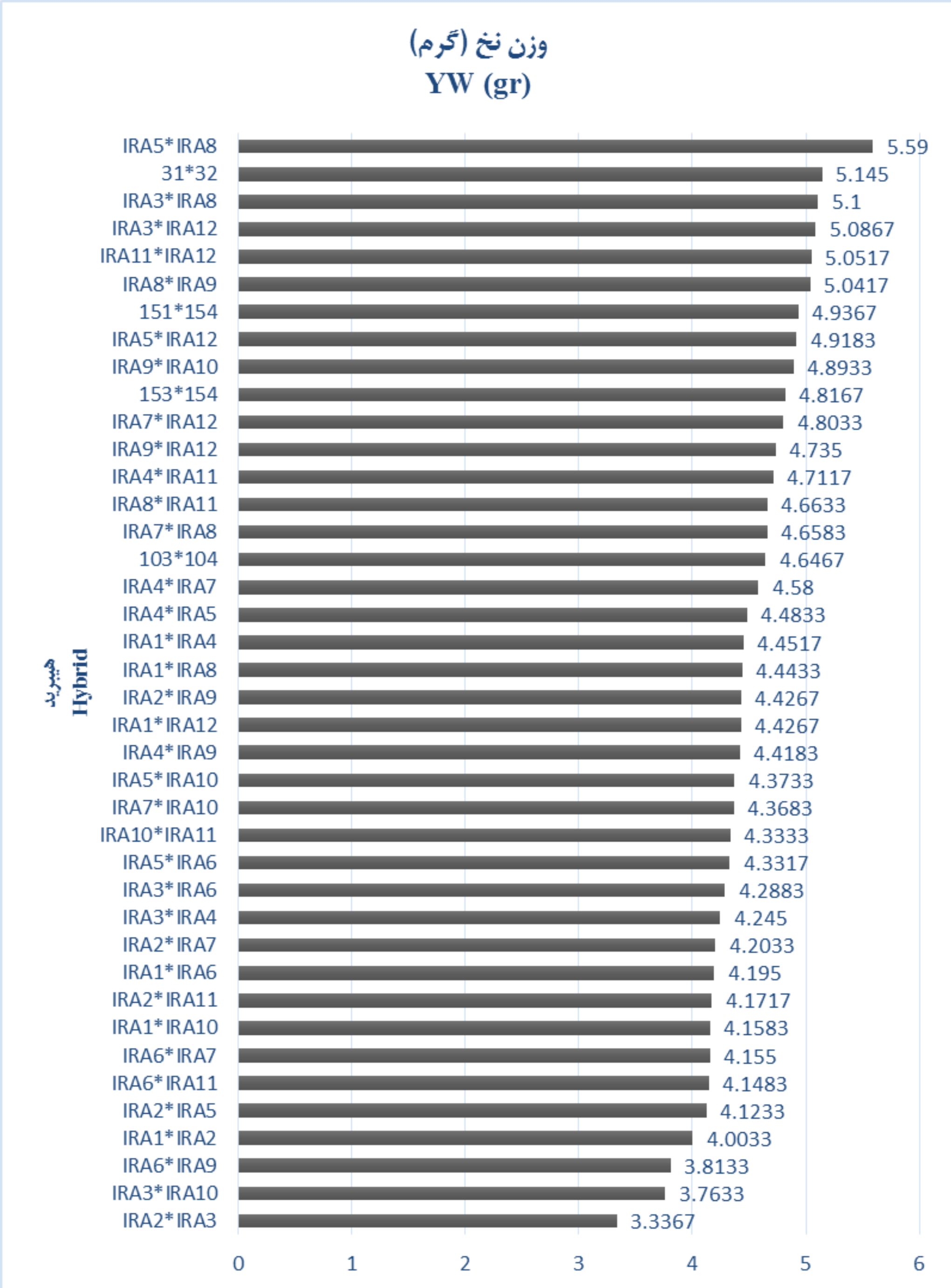
شکل ۳- میانگین‌های مرتب شده استحکام کششی نخ در ۴۰ آمیخته مورد بررسی

Figure 3- Sorted averages of YTS in the 40 studied hybrids



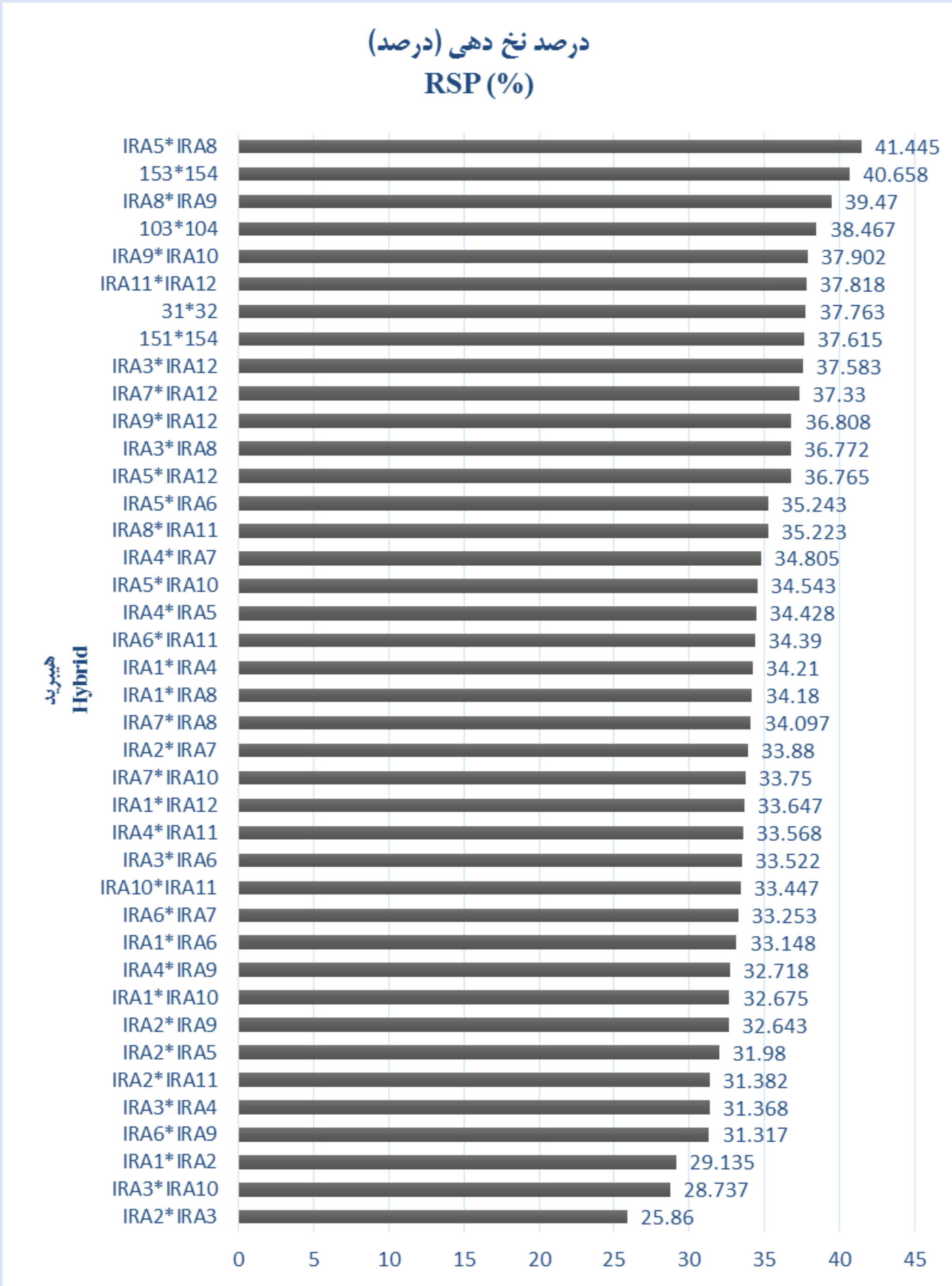
شکل ٤- میانگین‌های مرتب شده درصد ازدیاد طول نخ در ۴۰ آمیخته مورد بررسی

Figure 4- Sorted averages of EP trait in the 40 studied hybrids



شکل ۵- میانگین‌های مرتب شده وزن نخ در ۴۰ آمیخته مورد بررسی

Figure 5- Sorted averages of YW in the 40 studied hybrids



شکل ٦- میانگین‌های مرتب شده درصد نخ‌دهی در ۴۰ آمیخته مورد بررسی

Figure 6- Sorted averages of RSP in the 40 studied hybrids

بحث

محصول نهایی نوغانداری زمانی ارزش واقعی خود را پیدا خواهد کرد که مطلوب صنایع تکمیلی یعنی ریسندگان نخ و بافندگان آن قرار گیرد. این مهم نیز در صورتی محقق می‌شود که ضمن پرورش کرم ابریشم و تولید پیله، به ویژگی‌های نخ ابریشم متناسب با نیاز صنعت توجه شود. چنانچه نیاز صنعت الیاف ضخیم باشد، نظیر صنعت فرش و یا الیاف ظریف نظیر صنعت نساجی، تولیدکننده تخم نوغان لازم است، آمیخته‌هایی متناسب با این نیاز به نوغانداران معرفی نماید. با این وجود، میزان پیله استحصالی از یک جعبه تخم نوغان لازم است، مطلوب نظر پرورش‌دهندگان کرم ابریشم و سرمایه‌گذاران در این صنعت قرار گیرد.

بر اساس طرح مشترک مرکز تحقیقات ابریشم کشور و دانشگاه گیلان، تعدادی لاین چینی‌شکل و ژاپنی‌شکل کرم ابریشم در طی سال‌های اخیر ایجاد و معرفی شد (Mavvajpoor *et al*., 2021 ; Mirhoseini *et al*., 2021). از این لاین‌ها، ۳۶ آمیخته تولید و از نظر صفات پیله ارزیابی و مقایسه شدند (Mirhoseini *et al*., 2022)؛ لیکن کیفیت نخ پیله‌ها مشخص نشدند. با توجه به اهمیت رقابت هیبریدهای داخلی با وارداتی، لازم است هیبریدهای جدید بر اساس ویژگی‌های مربوط به نخریسی و کیفیت الیاف نیز مقایسه شوند، تا علاوه‌بر عملکرد پیله حاصل از یک جعبه تخم نوغان که متضمن منافع تولیدکنندگان پیله است، منافع تولیدکنندگان نخ و حتی بافندگان نیز پیش‌بینی شود. بدون تردید، عملکرد دستگاه‌های سنتی نخریسی (در استان خراسان رضوی، استان آذربایجان شرقی، گلستان و گیلان) و کارخانجات تولید نخ ابریشم (کارخانه صنایع ابریشم گیلان در اباتر صومعه سرا، کارخانه صنایع ابریشم شرق گیلان در لنگرود و کارخانه ابریشم طوس در مشهد) متأثر از نوع آمیخته‌های کرم ابریشم اعم از داخلی و وارداتی می‌باشد.

در گزارش حاضر، کیفیت نخ آمیخته‌های جدید اندازه‌گیری و با آمیخته‌های تجاری فعلی مقایسه شده است. اولین گزارش از کیفیت نخ آمیخته‌های ایرانی توسط خردادی و همکاران (Khordadi *et al.*, 2023) گزارش شد. در آن تحقیق مشخص شد که آمیخته‌های ایرانی با متوسط وزن ۴/۸۸ گرم و قطر ۶۲/۴۲ دنیر عملکرد بیشتری نسبت به آمیخته‌های وارداتی چینی داشتند. با توجه به گزارش‌های متعدد در خصوص کیفیت مناسب پیله آمیخته‌های تجاری فعلی (Alipanah *et al*., 2021; Biabani *et al*., 2021; Khordadi *et al*., 2021)، نتایج این تحقیق نیز نشان داد که کیفیت نخ آن‌ها نیز مطلوب است. متوسط قطر نخ آمیخته‌های جدید حدود هشت دنیر بیشتر از آمیخته‌های تجاری فعلی است. این موضوع با توجه به نوع مصرف نخ‌های ابریشم استحصالی که عمدتاً برای بافت فرش استفاده می‌شوند، مزیت تلقی می‌شود. یکی از نکات مهم در خصوص ویژگی‌های نخ ابریشم آمیخته‌های فعلی تجاری این است که همواره کارخانجات نخریسی ابریشم به‌دلیل قشر مناسب پیله و درصد نخ‌دهی از این آمیخته‌ها رضایت داشته‌اند. از بین آمیخته‌های جدید، پنج آمیخته دارای کیفیت نخ بهتری بودند (شماره‌های ۲۲، ۳۱، ۳۶، ۲۰ و ۳۳) و چهار آمیخته نیز عملکرد کلی ضعیفی داشتند (شماره‌های ۷، ۵، ۲۶ و ۱). آمیخته ۲۲ (IRA5×IRA8) که از نظر وزن و طول نخ نیز برتر بود، از نظر درصد نخ‌دهی نیز عملکرد بهتری نسبت به تمام آمیخته‌های تجاری داشت.

در طی چند سال گذشته که آمیخته‌های چینی در کشورمان توزیع شده‌اند، به‌دلیل قشر ضعیف‌تر پیله، نارضایتی از عملکرد نخریسی آمیخته‌های وارداتی توسط کارگاه‌های نخریسی گزارش شده است. مقایسه کیفیت نخ آمیخته‌های وارداتی با دو آمیخته ایرانی 154×153 و 104×103 (Khordadi *et al*., 2023) نیز نشان داد که آمیخته 154×153 در تمام صفات مرتبط با نخ نسبت به ۱۲ آمیخته وارداتی برتری دارد. در پژوهش ذکر شده، بالاترین وزن نخ مربوط به آمیخته ایرانی 104×103 با مقدار ۵/۳۰ گرم بود که با آمیخته ایرانی دیگر (154×153) با میانگین ۵/۲۶ گرم اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین گزارش شده است که در مقایسه بین آمیخته‌ها ضروری است که هم صفات پیله و هم نخ ارزیابی شوند، زیرا برخی از آمیخته ها از نظر ویژگی‌های پیله ممتاز بوده و به‌خوبی منافع نوغانداران را تأمین می‌نمایند، نظیر آمیخته‌های چینی وارداتی Baiyue×Qiufeng (B×Q) و Qiufeng×Baiyue (Q×B)، لیکن از نظر وزن نخ و درصد ابریشم خام (درصد نخ‌دهی) بسیار ضعیف بوده و در عمل نمی‌توانند رضایت تولید کنندگان نخ را تأمین نمایند. این آمیخته‌ها وزن قشر پیله کمتری نسبت به آمیخته‌های ایرانی دارند.

مقایسه تلاقی دو طرفه در ۱۲ آمیخته وارداتی (Khordadi *et al*., 2023) نشان داد که آمیخته‌های Q×B و B×Q برای دو ویژگی وزن نخ و درصد نخ‌دهی (درصد ابریشم خام) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند، لیکن برای یک جفت آمیخته دیگر (Jinysong×Haoyue (J×H) و Haoyue×Jinysong (H×J)) تنها برای صفت درصد نخ‌دهی بین تلاقی‌های مستقیم و معکوس تفاوت وجود داشت ($P<0.05$). امّا برای چهار جفت آمیخته دیگر در عمل هیچ تفاوت معنی‌داری در هیچ‌کدام از صفات مشاهده نشد. تفاوت کمتر بین عملکرد دو آمیخته حاصل از تلاقی دو طرفه در عمل یک مزیت برای آن آمیخته تلقی می‌شود. در پژوهشی روی نژادهای هندی، آمیخته‌های نسل اول حاصل از تلاقی‌های مستقیم و معکوس نژادهای دو نسله (C108 و NB4D2) و چند نسله (PM و Nistarini) کرم ابریشم برای صفاتی همچون طول الیاف و شاخص قطر نیز مورد بررسی قرار گرفتند (Talebi *et al*., 2011). نتایج نشان

داد که در آمیخته‌گری بین نژادهای دو نسله و چند نسله، صفات طول الیاف و شاخص قطر اختلاف بسیار معنی‌داری داشته و طول الیاف بهبود قابل ملاحظه‌ای یافته است. بر همین اساس، برای صفت طول نخ، آمیخته C108×NB4D2 با ۱۲۸۱/۷ متر بلندترین، و آمیخته Nistari×PM با ۶۲۳/۷ متر کوتاه‌ترین طول لیف را نشان داده‌اند. همچنین، آمیخته‌های NB4D2×Nistari و NB4D2×PM به‌ترتیب با ۱۰۱۸/۶ و ۸۹۳/۱ متر نسبت به آمیخته‌های حاصل از تلاقی معکوس همین نژادها، اختلاف بسیار معنی‌داری (P<0.01) نشان دادند. بر اساس قطر نخ نیز به‌جز آمیخته‌های نژاد دو نسله، اختلاف بسیار معنی‌داری در مقدار این صفت بین برخی از آمیخته‌های حاصل از تلاقی مستقیم و معکوس سایر نژادها دیده شد. در نژاد چند نسله Nistari×PM، شاخص قطر با مقدار ۲/۳۷ در مقایسه با آمیخته PM×Nistari با مقدار ۲/۰۴ اختلاف بسیار معنی‌داری را نشان داد. بین آمیخته‌گری مستقیم C108×PM و NB4D2×PM و تلاقی معکوس آن‌ها نیز اختلاف بسیار معنی‌داری گزارش شد (P<0.01).

آمیخته‌های جدید کرم ابریشم لازم است در شرایط و مکان‌های متفاوت ارزیابی اولیه شوند. هم اکنون مقایسه هیبریدهای منتخب در مزارع مرکز تحقیقات ابریشم کشور، شرکت سهامی کشاورزی و دامپروی سپیدرود و مرکز توسعه نوغانداری کشور در حال انجام است. بر اساس این نتایج (گزارش‌های داخلی) تعدادی از آمیخته‌هایی که از نظر تولید پیله و صفات مرتبط با پیله عملکرد قابل قبولی داشته‌اند، دارای ویژگی‌های نخ قابل قبول بودند، نظیر IRA2×IRA9، IRA2×IRA11، IRA3×IRA4 و IRA4×IRA11. لیکن دو آمیخته نیز جزو آمیخته‌های برتر از نظر تولید پیله و صفات پیله بودند، ولی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که از نظر ویژگی‌های نخ و درصد نخ‌دهی برتر نیستند، شامل IRA2×IRA3 و IRA4×IRA7. آمیخته IRA2×IRA3 از نظر وزن، استحکام و درصد نخ‌دهی عملکرد نامطلوبی داشته و نمی‌تواند منافع ریسندگان نخ را تأمین نماید. البته، لازم است که تصمیم‌گیری نهایی در خصوص آمیخته‌های جدید پس از پرورش آن‌ها در شرایط روستایی و ارزیابی پیله و نخ حاصل از آن باشد.

نتیجه‌گیری کلی

محصول نهایی زنجیره ارزش نوغانداری نخ ابریشم است که ویژگی‌های آن به‌دلیل نیازمندی به امکانات خاص اعم از ریسندگی آزمایشگاهی و تجهیزات تخصصی به‌راحتی قابل اندازه‌گیری نیست. از سوی دیگر، چون هیبریدهای کرم ابریشم مختلفی از سوی مراکز توزیع تخم نوغان عرضه می‌شود که کیفیت پیله استحصالی می‌تواند منافع ریسندگان نخ ابریشم را متأثر نماید. لذا، در انتخاب نهایی آمیخته‌های کرم ابریشم ضروری است، عملکرد پیله و نخ ابریشم توامان ارزیابی شود. به‌علاوه الیاف ابریشمی از نظر تمام ویژگی‌های نخ اعم از وزن، قطر، طول، استحکام و درصد نخ‌دهی رکوردگیری و به قوت و ضعف مرتبط با کیفیت نخ حاصل از پیله‌های هر آمیخته توجه شود. زیرا آمیخته‌های با عملکرد پیله بهتر الزاماً ممکن است از نظر تمام صفات نخ و یا حتی تعدادی از آن‌ها جزو برترین‌ها نباشند.

سپاسگزاری

این تحقیق بر اساس قرارداد همکاری پژوهشی فی مابین دانشگاه گیلان و مرکز تحقیقات ابریشم کشور (به‌شماره ۴۹۰۲۵/ پ۱۵ مورخ ۱۴۰۰/۵/۱۷) انجام شد که بدینوسیله از ریاست محترم مرکز تحقیقات ابریشم کشور و معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه گیلان تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Alipanah, M., Abedian, Z., Nasiri, A., & Sarjamei, F. (2021). Study of seven silkworm varieties performance in Torbat Heydarieh region. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *12*(3), 399-409. https://doi.org/10.22067/ijasr.v12i3.75418 (In Persian with English Summary)
2. Biabani, M. R., Khezrian, A., Kheirkhah Rahimabad, Y., Shahbazi, F., Tayeb Naeimi, S. K., Sourati Zanjani, R., Jelveh Zideh Saraei, B., Seidavi, A., & Poorghasemi, M. (2021). Comparison about import and inner silkworm's hybrids. *Journal of Animal Environment*, *13(1)*, 387-396. https://doi.org/10.22034/aej.2021.134160 (In Persian with English Summary)
3. Giacomin, A., Garcia, J., Zonatti, W., Silva-Santos, M., Costa Laktim, M., & Baruque-Ramos, J. (2017). Brazilian silk production: Economic and sustainability aspects. *Procedia Engineering*, *200*, 89-95.
4. Hosseini Moghaddam, S. H. (2013). Priciples of Silkworm Rearing. 2nd Edition. University of Guilan Press, Guilan, Iran. (In Persian).
5. International Sericultural Commission (2023). Statistics: Global silk industry. from https://www.inserco.org
6. Khordadi, M. R., Hosseini Moghaddam, S. H., Sabouri, A., & Mahfoozi, K. (2023). Commercial silkworm hybrids comparison based on cocoons and silk thread performance of Guilan sericulturists. *Animal Production Research*, *12(4)*, 88-103. https://doi.org/ 10.22124/ar.2024.7392 (In Persian with English Summary)
7. Khordadi, M. R., Hosseini Moghaddam, S. H., Sabouri, A., & Mahfoozi K. (2021). Introducing superior silkworm hybrids for different geographical regions of Guilan province. *Animal Production Research*, *10*(2), 25-38.

https://doi.org/10.22124/ar.2021.17506.1556 (In Persian with English Summary)
8. Lee, Y. W. (2011) Silk reeling and testing manual. FAO, Agricultural Service Bulletin. Rome, Italy.
9. Mavvajpoor, M., Mirhosseini, S. Z., Hosseini Moghaddam, S. H., Nematollahian, S., Rafiee, F., Ghavi Hossein-Zadeh, N., & Kheirkhah Rahimabad, Y. (2021). Rejuvenation and multiple-trait selection in the five Chinese-shape of parental silkworms. *Iranian Journal of Animal Science Research, 13*(3), 463-474. https://doi.org/10.22067/ijasr.2021.38311.0 (In Persian with English Summary)
10. Mirhoseini, S. Z., Mawajpoor, M., Nematollahian, S., Hosseini Moghaddam, S. H., Rafeie, F., Ghavi Hossein-Zadeh, N., & Kheirkhah Rahimabad, Y. (2021) .Study of multiple-trait selection in new Iranian silkworm genotypes- Chinese-shape parents. Animal Production Research, *10*(1), 1-11. https://doi.org/10.22124/ar.2021.15342.1487 (In Persian with English Summary)
11. Mirhoseini, S. Z., Nematollahian, S., Hosseini Moghaddam, S. H., Ghavi Hossein-Zadeh, N., Abdoli, R., & Kheirkhah Rahimabad, Y. (2022). Comparison of performance of hybrids obtained by crossbreeding of new lines of Iranian silkworm and identification of superior hybrids. *Animal Production, 24*(1), 1-11. https://doi.org/10.2205/jap.2022.329135.62 (In Persian with English Summary)
12. Mirhoseini, S. Z., Seidavi, A., Ghanipoor, M., Vishkaei, S., & Bizhannia, A. (2008). Performance of new hybrids of silkworm (*Bombyx mor* L) in spring and autumn seasons. *Journal of Agricultural Knowledge, 17*(4), 135-141. (In Persian)
13. Nematollahian, S., Torfeh, A., Mavvajpour, M., Hosseini Moghadam, S. H., & Seidavi, A. (2016). Study of production potential of Iranian and non-Iranian different silkworm hybrids. *Journal of Animal Environment, 8*(1), 85-94. https://doi.org/20.1001.1.27171388.1395.8.1.11.0 (In Persian with English Summary)
14. Shams-Natery, A. (2005). Textile fibers properties (silk). Jahad Daneshgahi Publication, Amirkabir University of Technology. Tehran, Iran. (In Persian).
15. Singh, T., Bhat, M. M., & Ashraf, M. K. (2011). Critical analysis of correlation and heritability phenomenon in the silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). *Advances in Bioscience and Biotechnology, 2*(5), 347-353.
16. Talebi, E., & Subramanya G. (2010). Estimation of genetic parameters for some quantitative traits in mulberry silkworm. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences,* (2), 225-229.
17. Talebi, E., Khademi, M., Subramanya, G., & Mahesha, H. B. (2011). A study on straight and reciprocal crossing in F1 hybrids using bivoltine and multivoltine silkworm, *Bombyx mori* L. (Lep., Bombycidae) races. *Journal of Entomological Research, 3*(1), 43-50. (In Persian)